

非平面開口扇形ホーンアンテナの設計とその応用

著者	謝 國 章
号	669
発行年	1983
URL	http://hdl.handle.net/10097/11618

氏 名	謝 國 章
授 与 学 位	工 学 博 士
学 位 授 与 年 月 日	昭 和 58 年 6 月 8 日
学位授与の根拠法規	学位規則第 5 条第 2 項
最 終 学 歴	昭 和 49 年 3 月 山形大学大学院工学研究科電子工学専攻 修士課程修了
学 位 論 文 題 目	非平面開口扇形ホーンアンテナの設計とその応用
論 文 審 査 委 員	東北大学教授 安達 三郎 東北大学教授 虫明 康人 東北大学教授 西田 茂穂

論 文 内 容 要 旨

アンテナはその放射指向性を使用目的に応じた放射パターンに成形することによって、放射エネルギーを目的範囲内に有効に分配し、必要最小限のエネルギーで効率的に使用することができる。又、ビーム成形により、不必要な方向への電磁波放射を仰圧して、他の通信システムへの妨害や環境への影響を防ぐこともできる。

従来の成形ビームアンテナは、一般に大型で構造が複雑となり、又、周波数帯域が狭いなどの欠点指摘されている。本研究では、小型で開口効率が良く、構造が簡単で、理論計算もかなり明確になっている扇形電磁ホーンに注目し、ホーンの開口面を特殊な曲面にすることによって、ホーンの頂点から放射された電磁波がこの曲面で屈折し、ビームが成形される非平面開口成形ビームホーンアンテナを考案した。あわせて、扇形ホーンの開口面を位相補償法により設計した非平面開口で扇形ホーンアンテナの指向特性および利得を改善することも意図した。

図1は本論文で述べられている各種類の非平面開口扇形ホーンアンテナの関係をわかりやすく系統図にして示したものである。

本論文は緒論、5章の本論および結論から成っている。

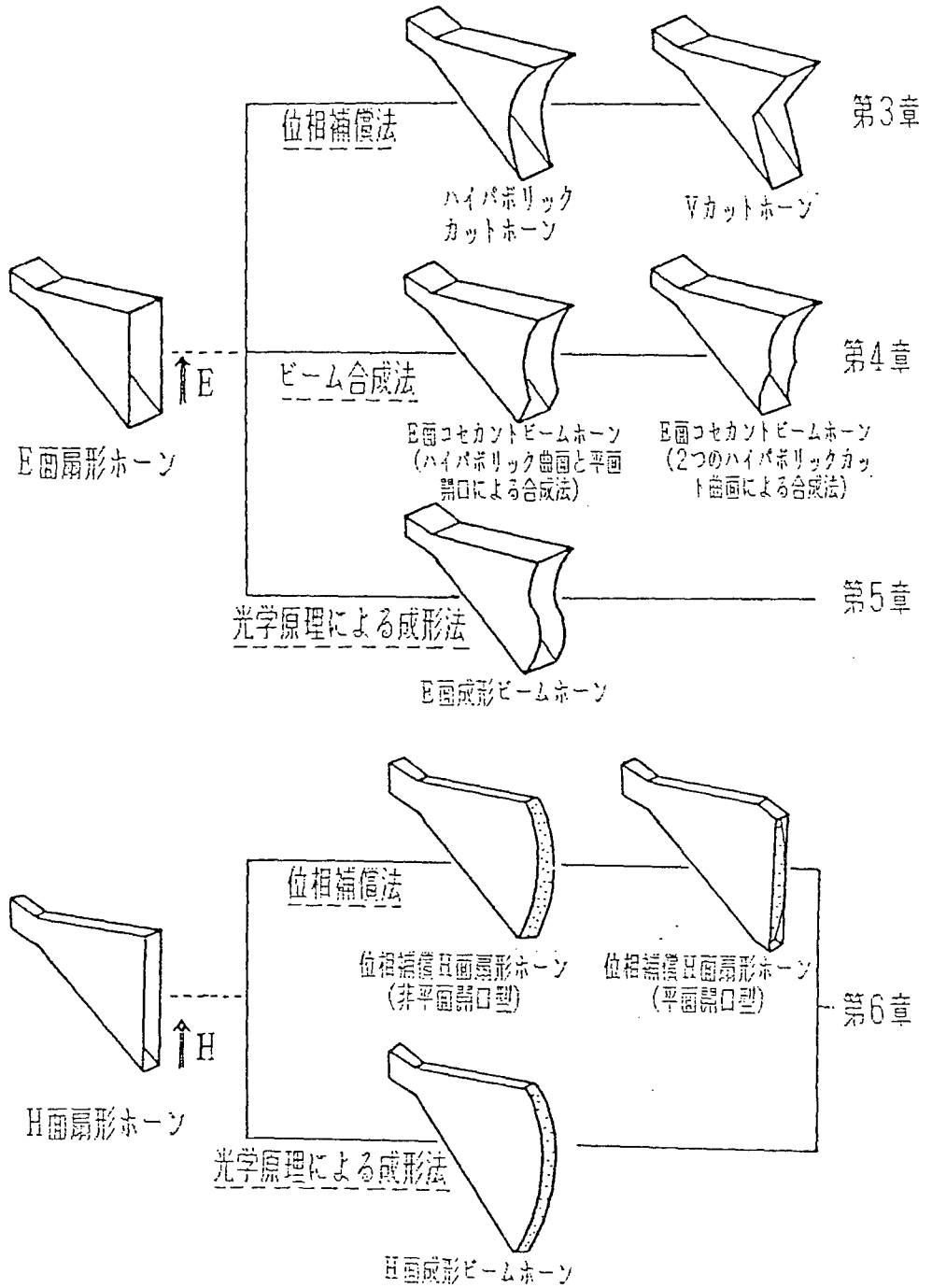


図1 非平面開口扇形ホーンアンテナの系統図

第 1 章 緒 論

本研究の背景と目的、従来の成形ビームアンテナの概要および本論文で述べている各非平面開口扇形ホーンアンテナのビーム成形原理と特徴について簡略に説明している。

第 2 章 非平面開口扇形ホーンアンテナの諸特性の計算

E、H面非平面開口扇形ホーンアンテナの指向性パターンや利得などの新しい計算方法について述べている。又、実際にアンテナの実験例をあげて、その実験値と計算値を比較し、二つの値がかなり一致することを確認した。

第 3 章 E 面位相補償ハイパボリックカットおよびVカットホーンアンテナ

位相補償法により設計した従来のレンズホーンアンテナの持っている欠点を改善できる新しい凹双曲面開口のハイパボリックカットホーンアンテナおよびその双曲面をV字開口に近似したVカットホーンアンテナの設計法と諸特性の測定結果について述べている。

第 4 章 E 面コセカントビーム合成ホーンアンテナ

ハイパボリック曲面と平面の開口、および2つのハイパボリック曲面の開口によるコセカントビームの合成法により、放送送信用に適する近似コセカントビームホーンアンテナを得ることができた。この章ではこれらのアンテナの特性と設計条件などについて述べている。

第 5 章 E 面成形ビームホーンアンテナ

この章では幾何光学原理に基づき設計した特殊開口面を有するE面扇形成形ビームホーンアンテナの設計原理について述べている。例として、コセカントビームホーンアンテナを設計、試作し、その測定結果から本方法によって約10数波長の開口長で特性の良いコセカントビームを成形することが可能であることを明らかにしている。

第 6 章 誘電体挿入H面扇形成形ビームホーンアンテナ

H面扇形ホーンアンテナの開口境界面においては、E面扇形ホーンのような屈折現象が起こらない。そこで、H面扇形ホーン内に誘電体を挿入し、開口境界面で屈折を発生させ、その境界面を曲面状にすることによって非平面開口E面扇形ホーンと同様に、位相補償によるH面ペンシルビーム成形方法や幾何光学原理に基づくH面成形ビームの設計法で、一個のアンテナでビーム成形ができることを実験によって確認している。

第 7 章 結 論

以上、各種の非平面開口扇形ホーンアンテナの研究の成果を要約すると、次のような結論となる。

- (1) 位相補償法によって設計した大開口角のE面，H面扇形ホーンアンテナは通常の扇形ホーンの最適開口角の2倍以上になっても40～80%の開口効率が得られる。即ち，本位相補償ホーンアンテナは通常扇形ホーンの約 $1/2 \sim 1/3$ の大きさで同様な利得と指向性が得られる。このような位相補償法で設計したホーンアンテナは小型で，高利得，指向性が鋭く，サイドローブも低いなどの特徴がある。
- (2) 合成法によって設計したE面コセカントビームホーンアンテナについては，構造が簡単で経済性が良い。又，広帯域性と高開口効率などの利点がある。
- (3) 光学原理に基づく設計法の適用はビーム分布関数を設計式に代入するだけで簡単にE面，H面成形ビームホーンアンテナを設計することができることが判明した。試作したE面，H面コセカントビームホーンアンテナの実験結果により，約10～12波長の開口長で，低サイドローブとサービスエリア内の電界分布特性が優れている成形ビームホーンアンテナを得ることができた。本アンテナの用途について，上述合成法によって設計したコセカントビームホーンアンテナと共にSHF帯の放送用や基地局用アンテナとしての利用が考えられる。又，成形ビーム反射鏡アンテナの一次給電ホーンや成形ビームアレーアンテナの素子アンテナへの利用にも適している。

審 査 結 果 の 要 旨

一般にアンテナでは、その放射指向性を使用目的に応じたパターンに成形することによって、放射エネルギーを目的範囲内に効率的に分配すると共に、不要な方向への放射を抑圧して、他の通信システム等への干渉を防ぐことが重要である。

扇形ホーンアンテナは一般に扇形壁を含む面内で比較的鋭い指向性を示し、これと垂直な面内では広角度の指向性を示す広帯域な平面開口アンテナである。著者は、扇形ホーンアンテナの開口を適当な曲面にすることによって扇形壁を含む面内で所望の指向性が得られるように工夫した非平面開口形成ビームホーンアンテナを考案した。本論文はこのアンテナの設計法とその応用について行った研究の成果をとりまとめたもので全文7章よりなる。

第1章は緒論である。

第2章では、E面およびH面非平面開口扇形ホーンアンテナの指向性と利得の精度のよい計算法について述べている。従来無視されていた開口面上の法線ベクトルと波動ベクトルの間の角度を考慮することによって、より実測値に近い計算値が得られることを、幾つかの実験例によって確かめているが、これは重要な知見である。

第3章では、正面方向に単一指向性を得るようにE面扇形ホーンの開口を双曲面および、これを近似したV形曲面にした場合のアンテナの設計法と、諸特性の測定結果について述べている。本アンテナは小形で構造が簡単であり、E面単一指向性のアンテナとして有用である。

第4章では、双曲面と平面、あるいは2つの双曲面の開口の組合せによるE面コセカントビーム指向性の合成法について述べている。この方法によって、10波長以下の比較的短開口長のアンテナで近似的にコセカントビームを得ていることは興味深い。

第5章では、目的の指向性が得られるように、E面扇形ホーンの開口曲面を幾何光学原理によって決定する設計法について述べている。例としてコセカントビームを得る開口曲面を設計すると共に、その指向性を第2章の波動光学的方法によって計算し、同時に実測を行っている。その結果、約10数波長の開口長で特に良好な特性のコセカントビームが得られたことを述べている。これらは実用的に貴重な成果である。

第6章では、誘電体で充填したH面非平面扇形ホーンアンテナの設計法について述べている。例として、H面単一指向性およびコセカント指向性を持つアンテナを設計すると共に実測を行ってほぼ満足すべき結果が得られたことを述べている。

第7章は結論である。

以上要するに、本論文はE面およびH面扇形ホーンアンテナの開口を曲面にすることにより、所望の指向性を示す小形で構造の簡単なアンテナを考案し、その設計法を与えたもので、通信工学並びに電波工学に寄与するところが少なくない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として合格と認める。